



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-247

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Smartelo, una herramienta informática para el cálculo, gestión y presentación de datos en parcelas forestales

RODRIGUEZ-DE-PRADO, D.¹, BRAVO, F.^{1,2} y ORDÓÑEZ, A.C.^{1,2}

¹ Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Universidad de Valladolid-INIA. Avda. Madrid 44, Palencia (34004), España.

² Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales, ETS de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Palencia, España.

Resumen

Ante el avance de las nuevas tecnologías, resulta fundamental disponer de herramientas capaces de gestionar la gran cantidad de datos generados y transformarlos en información de valor. Smartelo es una herramienta informática que nace con el objetivo de facilitar la toma de decisiones en la gestión forestal sostenible. Está desarrollada en Microsoft Excel - VBA, y se compone de una versión de escritorio, conocida como Smartelo PC, y una versión adaptada para dispositivos móviles, conocida como Smartelo Portable. La primera de ellas está destinada al cálculo, gestión y presentación de datos de naturaleza dendrométrica, económica y ecológica en parcelas forestales. Además, permite obtener análisis relacionados con la biomasa, industrias de la madera y otras actividades del sector. Su perfecta complementariedad con la plataforma de simulación SIMANFOR hace que dichos análisis puedan ser evaluados en el tiempo. Por otra parte, Smartelo Portable ha sido diseñada para facilitar la tarea de señalamiento forestal en campo. Mediante la definición de un determinado objetivo selvícola, la aplicación muestra en tiempo real el estado del señalamiento tanto numérica como gráficamente atendiendo a diferentes variables de árbol y masa. Ambas versiones son de uso libre, son complementarias y están disponibles en cinco idiomas diferentes.

Palabras clave

Nuevas tecnologías, big data, señalamiento forestal, software, gestión forestal sostenible

1. Introducción

A lo largo de las últimas décadas la gestión forestal en Europa se ha desarrollado en un entorno de rápida evolución de la sociedad, con una demanda explícita de sostenibilidad y multifuncionalidad, a la vez que una fuerte toma de conciencia sobre el contexto de cambio global y sus posibles efectos sobre los bosques. Esto no siempre ha sido así. Tradicionalmente, se ha venido atribuyendo a la gestión forestal un carácter monofuncional basado en el objetivo preferente de producción maderera, y que respondía a las necesidades sociales de los momentos pasados. Ante este hecho, durante los últimos años se vienen implantando en España una serie de nuevos planteamientos y enfoques de la gestión forestal que dan respuesta a los retos antes planteados. Estas tendencias, que sin duda continuarán en los próximos años, se fundamentan en los ejes primarios de la gestión forestal sostenible: la sostenibilidad y la multifuncionalidad.

El reto que tiene por delante el sector forestal en los próximos años será encontrar y mantener un equilibrio entre la gestión y la definición de los diferentes objetivos selvícolas, respetando los principios de sostenibilidad y multifuncionalidad (social, ambiental y económica) de nuestros montes (DAUME et al., 2014; MACDICKEN et al. 2015).

Teniendo en cuenta que la gestión de muchos montes es deficitaria en términos de valor de mercado, la implantación de herramientas, procedimientos y capacidades que hagan más eficientes los trabajos relacionados con la gestión forestal sostenible será clave.

El desarrollo e implementación de nuevas técnicas de inventario forestal, modelos y herramientas de simulación forestal, herramientas de apoyo en la toma de decisiones, y la obtención de nuevas aptitudes y habilidades por parte de los gestores forestales, serán ejes principales de la nueva gestión forestal sostenible que se requerirá a lo largo del presente siglo para hacer frente a las demandas de una sociedad cada vez más exigente (BRUCIAMACCHIE et al., 2005; MARCOT et al., 2012; ALBERDI et al., 2016). Entre las nuevas herramientas y tecnologías desarrolladas en torno al sector forestal y con mayor proyección y utilidad en la investigación y modernización del sector destacan las siguientes:

- Herramientas informáticas para el manejo de grandes bases de datos
- Modelos de simulación forestal

La toma de decisiones en la gestión forestal deberá contemplar una serie de variables complejas y cambiantes, algunas de las cuales no habían sido tenido en cuenta antes, y jugarán un papel fundamental en la consecución del equilibrio multifuncionalidad – sostenibilidad anteriormente citado.

El desarrollo y utilización de nuevas tecnologías, metodologías y herramientas de apoyo en la toma de decisiones como la que se presentan en este trabajo, desempeñarán un papel fundamental para afrontar los retos a los que se enfrenta el sector forestal en la actualidad y en el futuro más próximo. Directamente relacionado con este escenario de pura evolución y adaptación en el sector forestal nace el presente trabajo de investigación aplicada, cuyas líneas de actuación se centran en el diseño, desarrollo y aplicación de herramientas informáticas y metodologías de trabajo que faciliten la gestión y toma de decisiones en la gestión forestal sostenible.

2. Objetivos

Smartelo es una aplicación informática creada con el fin de ofrecer una herramienta de apoyo en la toma de decisiones y entrenamiento para la gestión forestal sostenible, especialmente en la importante tarea de señalamiento forestal. El diseño, características y funciones principales de la aplicación están destinadas a desempeñar una función pedagógica y didáctica, aunque su utilización como apoyo en proyectos técnicos e investigación ya es una realidad a día de hoy. Es por ello que el grupo de personas al que va dirigido el uso de esta aplicación son estudiantes, investigadores y profesionales del sector forestal.

Por la importancia y repercusión que posee la actividad de señalamiento en los proyectos de aprovechamiento y ordenación forestal, Smartelo pretende introducirse en el sector forestal como herramienta didáctica, de difusión y de apoyo en esta importante actividad. Ante este reto, Smartelo nace con el fin de conseguir los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo I. Ofrecer una plataforma que gestione, obtenga y presente la gran cantidad de datos provenientes de Aulas de Señalamiento Forestal y permita obtener y disponer de diferentes resultados (dendrométricos, económicos, ecológicos) de cada una de ellas, mejorando y facilitando la toma de decisiones en esta importante actividad
- Objetivo II. Facilitar la tarea de señalamiento forestal in situ mediante una aplicación adaptada para dispositivos móviles, en la cual se obtenga información en tiempo real del estado del señalamiento en base a los objetivos selvícolas preestablecidos por el usuario

3. Metodología

Smartelo ha sido diseñado y desarrollado en Microsoft Excel – VBA (Visual Basic for Applications). La elección de esta plataforma y lenguaje de programación para la creación de Smartelo reside en su (1) accesibilidad, (2) facilidad de uso, (3) escalabilidad y edición, (4) difusión y transferencia, (5) actualización y documentación. Actualmente nos encontramos trabajando en una segunda versión de Smartelo programada en un entorno web, la cual facilite su difusión entre la comunidad científica y mejore sus prestaciones mediante su integración con diferentes lenguajes de programación.

La primera versión de Smartelo dispone de dos adaptaciones (*Figura 1*), las cuales cumplen diferentes funciones y se presentan como Smartelo PC (diseñada para satisfacer el Objetivo I) y Smartelo Portable (diseñada para satisfacer el Objetivo II).



Figura 1. Logos de Smartelo PC (izquierda) y Smartelo Portable (derecha)

Ambas versiones de Smartelo están diseñadas y desarrolladas en Microsoft Excel – VBA y son de uso libre, ya que uno de los objetivos principales del presente proyecto es el de crear una herramienta informática que pueda ser utilizada por el mayor número de profesionales posible, facilitando especialmente su introducción y uso en el sector educativo agroforestal-ambiental. La primera versión de Smartelo está disponible en tres idiomas diferentes (Español, Inglés y Francés). Con el fin de posibilitar nuevas sinergias internacionales del Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (UVa – INIA) y potenciar el uso de Smartelo en la comunidad forestal como herramienta educativa, técnica y de investigación para la gestión forestal sostenible, la segunda versión de Smartelo estará disponible en nuevos idiomas; algunos de ellos son el Alemán o el Italiano. A pesar de presentar Smartelo como una herramienta informática específica para la gestión de datos de Aulas de Señamiento, puede ser utilizada como gestor de información forestal general, dado que la fuente principal de información que maneja es el inventario forestal. Es por ello que este proyecto tiene aplicación de investigación en ámbitos como el la gestión forestal sostenible, educación, explotación de recursos forestales, industrias de transformación de la madera, cambio climático, energías renovables (biomasa) o la valoración de servicios ecosistémicos y bioeconomía, entre otros.

Toda la información, descargas, manuales de uso, casos prácticos y noticias relacionadas con la aplicación se encuentran disponibles en la página oficial de Smartelo (www.smartelo.es), así como en la web del proyecto SIMWOOD (<http://simwood.efi.int/>) y la web del Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (<http://sostenible.palencia.uva.es/content/smartelo>).

4. Resultados

Smartelo es una aplicación informática destinada a la gestión de datos en parcelas forestales (especialmente en Aulas de Señalamiento Forestal), con los principales objetivos de facilitar la toma de decisiones en el señalamiento forestal y servir de apoyo a la enseñanza en este campo mediante la organización y tratamiento de datos forestales, la evaluación de diferentes escenarios y alternativas de selvícolas en tiempo real, así como la obtención de resultados numéricos y gráficos de naturaleza dendrométrica, económica y ecológica en gabinete.

La primera versión de Smartelo está compuesta por una aplicación principal de escritorio (Smartelo PC), y una adaptación para dispositivos móviles diseñada con el fin de facilitar la tarea de señalamiento forestal in situ y en tiempo real (Smartelo Portable).

Smartelo PC

La versión de escritorio de Smartelo, conocida como Smartelo PC, es una aplicación desarrollada en Microsoft Excel - VBA, la cual está constituida por 14 hojas principales, más 2 hojas adicionales (Créditos y Ayuda). La primera versión de Smartelo PC permite disponer al usuario del siguiente paquete de prestaciones:

- Caracterización y análisis dasométrico, económico y ecológico de Aulas de Señalamiento Forestal (Figura 2)
- Tipificación de la masa del Aula de Señalamiento a partir del inventario forestal de la misma
- Edición y cálculo de precios de consumo atendiendo a la calidad de la madera o productos de transformación
- Análisis ecológico y de microhábitats
- Comparación de resultados del señalamiento realizado por diferentes gestores o equipos forestales
- Cálculo, gestión y análisis de datos de biomasa y productos derivados de la madera clasificados por industria de transformación (Figura 3)
- Gran variedad de gráficos para la presentación de los diferentes resultados y análisis estadísticos (Figura 4)
- Diseño amigable. Funcionamiento sencillo e intuitivo



Figura 2. Pantalla de los principales resultados y análisis en Smartelo PC

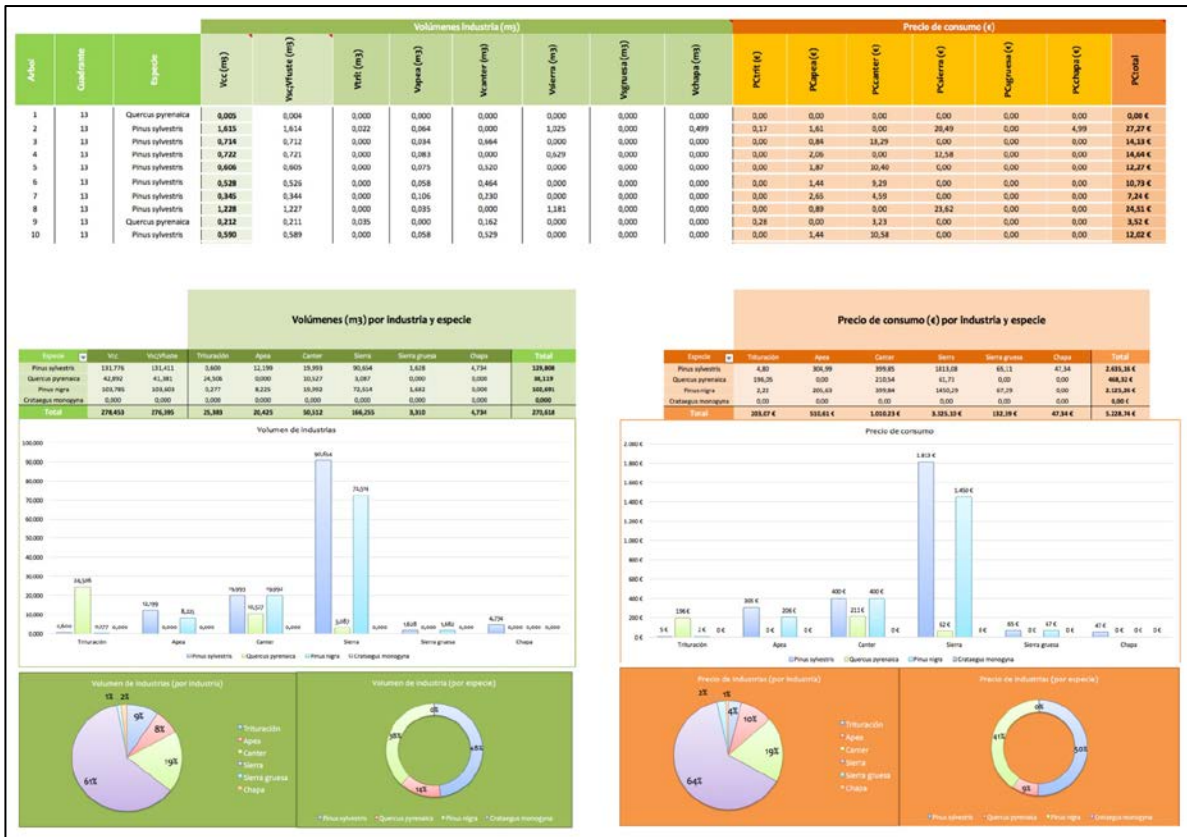


Figura 3. Pantalla referente al análisis de productos e industrias de la madera en Smartelo PC

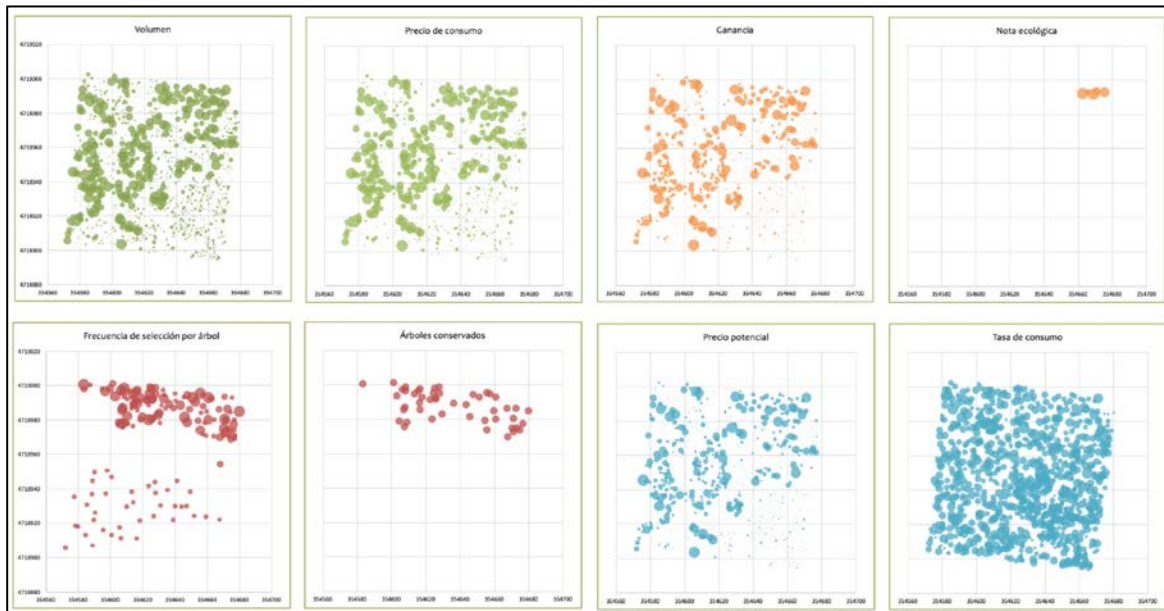


Figura 4. Pantalla referente a los resultados y análisis gráficos en Smartelo PC

Smartelo Portable

La versión para dispositivos móviles de Smartelo, conocida como Smartelo Portable, es igualmente un libro Excel constituido por un número inferior de hojas que Smartelo PC. En este caso, esta versión se compone de ocho hojas principales y una adicional (Créditos). Este hecho tiene su fundamento en el objetivo tan específico para el que fue diseñada Smartelo Portable. Una vez desarrollada Smartelo PC, se decidió crear una versión adaptada de la misma para llevar a cabo actividades de señalamiento en Aulas de Señalamientos Forestales. En ella, se podrían ir anotando los árboles y razones de selección para cada uno de ellos, así como obtener una visión del estado real y evolución del señalamiento in situ (Figura 5). Estos objetivos han sido alcanzados gracias a Smartelo Portable, la cual ha sido dotada con las siguientes prestaciones:

- Compatibilidad total con Smartelo PC
- Cálculo y presentación de diferentes variables de masa y tipificación forestal del Aula de Señalamiento mediante diferentes gráficos (Figura 6)
- Estado del señalamiento y resultados del mismo en tiempo real
- Definición de objetivos selvícolas atendiendo a tres variables de masa (Densidad, Volumen y Área basimétrica), introduciendo los mismos como valor absoluto o en tanto por ciento.
- Actualización del estado de cumplimiento de los objetivos selvícolas definidos
- Fácil exportación de los resultados del señalamiento para su evaluación en Smartelo PC
- Diseño simple y responsive adaptado para dispositivos móviles

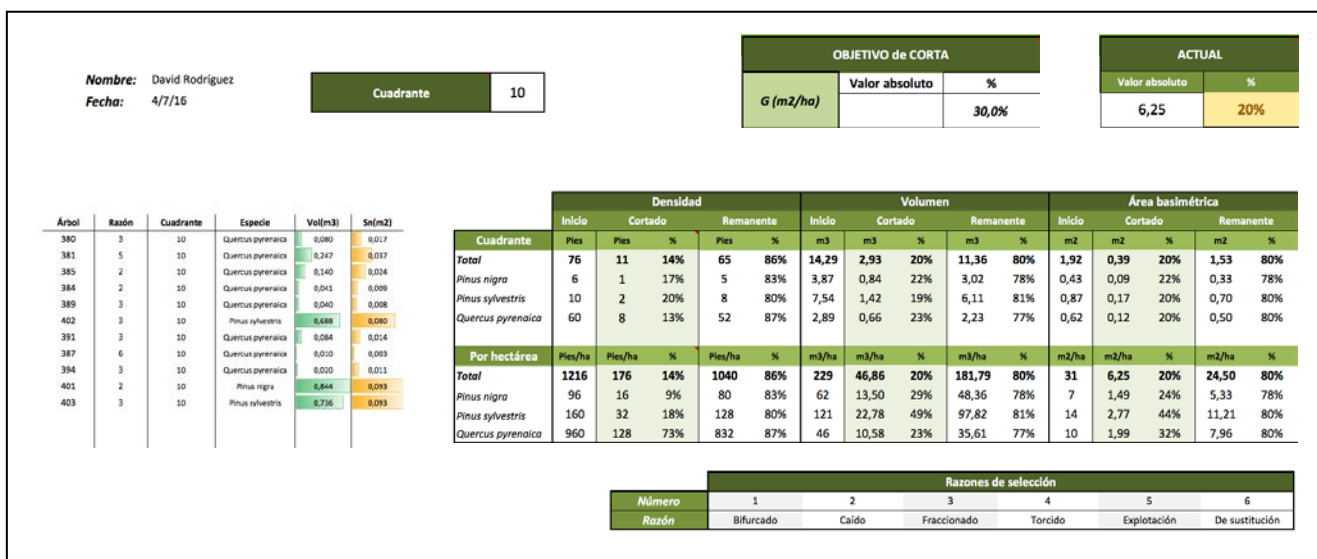


Figura 5. Pantalla referente a la ejecución de una tarea de señalamiento forestal en Smartelo Portable

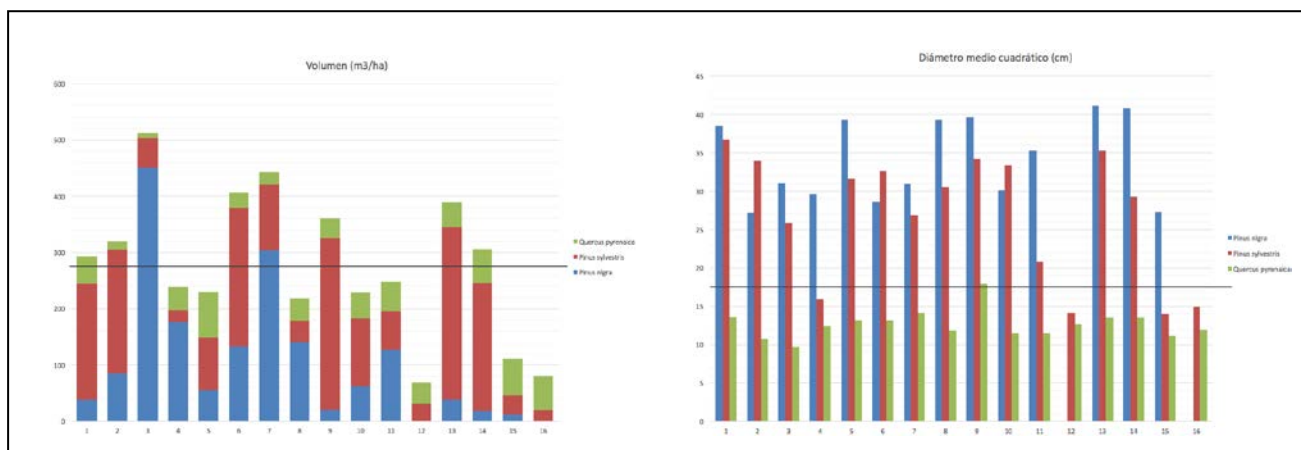


Figura 6. Análisis gráfico del aula de señalamiento en base a diferentes variables en Smartelo Portable

Como se ha citado anteriormente, Smartelo es una aplicación con vocación didáctica y pedagógica. Para satisfacer este objetivo, el diseño y desarrollo de Smartelo ha sido complementado con una colección de materiales adicionales, entre los cuales destaca un caso práctico de utilización de la aplicación. Siguiendo la metodología planteada en el mismo, el usuario podrá obtener una visión general a cerca de la motivación, aplicación y potencial de Smartelo como herramienta de apoyo en la gestión forestal sostenible. El texto completo donde se encuentra el citado caso práctico (RODRIGUEZ-DE-PRADO,2016) está disponible en el siguiente enlace <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/19343>.

5. Discusión

En esta comunicación se ha presentado Smartelo PC y Smartelo Portable, dos versiones de una aplicación informática destinada a la gestión de datos en parcelas forestales (especialmente en Aulas de Señalamiento Forestal), con el principal objetivo de facilitar la toma de decisiones en el desarrollo de diferentes actividades educativas, formativas, técnicas o de investigación relacionadas con la gestión sostenible de nuestros bosques. Mediante el uso de Smartelo Portable, se abre una nueva posibilidad para la gestión y desarrollo de señalamientos forestales, mediante el conocimiento en tiempo real del estado de cumplimiento de diferentes objetivos selvícolas. Los datos obtenidos con Smartelo Portable serán utilizados en Smartelo PC para el cálculo, gestión y presentación de diferentes resultados de naturaleza dasométrica, económica y ecológica. Los principales resultados que permite obtener Smartelo PC se muestran a continuación.

Evolución del patrimonio dendrométrico y financiero

Smartelo ofrece resultados referentes al estado de la masa en las fases previa y posterior al señalamiento, así como la cuantificación del mismo. Esta información viene expresada en función de las variables principales de masa: Densidad ($\text{pies} \cdot \text{ha}^{-1}$), área basimétrica ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) y volumen ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). Además, Smartelo permite la obtención, gestión y presentación de resultados económicos, tales como el precio de consumo actual, precio potencial o ganancia. Dicha información posee una grandísima importancia como aproximación a la valoración económica de diferentes bienes y servicios ecosistémicos (COSTANZA et al., 1997; COSTANZA et al., 2014).

Evolución del patrimonio ecológico

Smartelo tiene igualmente en cuenta el aspecto ecológico y el análisis de microhábitats en el Aula de Señalamiento. De esta forma, se puede cuantificar el valor ecológico de un determinado árbol, cuadrante o del Aula de Señalamiento a partir de diferentes atributos ecológicos creados y evaluados por el usuario. Esta función de Smartelo permite analizar la multifuncionalidad del Aula de Señalamiento mediante la creación de diferentes atributos ecológicos que representen los servicios ecosistémicos que caractericen la misma. La creación y seguimiento de diferentes indicadores ambientales, económicos y sociales supone una actividad de importancia vital en la valoración de bienes y servicios ecosistémico, así como en el proceso de toma de decisiones para la ordenación del territorio y el desarrollo sostenible de ecosistemas (DAILY et al.,1997).

Gráfico de poblaciones. Árboles maduros, explotables y de porvenir

Smartelo permite agrupar los pies del Aula de Señalamiento en tres grupos o poblaciones diferentes. Esta clasificación se realiza evaluando variables económicas (que a su vez dependen de variables dendrométricas) de cada uno de ellos. Dichas variables económicas son el precio de consumo actual y el precio de consumo potencial. Un pie cuyo precio de consumo actual sea muy superior al potencial formará parte del grupo de árboles maduros, mientras que aquellos pies con un precio de consumo actual muy inferior al potencial, serán considerados como pies de porvenir. De esta manera, se puede conocer de forma sencilla qué árboles pueden ser explotables en el momento actual y cuál es su distribución dentro del Aula de Señalamiento.

En la comunicación que lleva por título “El señalamiento forestal con Smartelo, un caso práctico” (RODRIGUEZ-DE-PRADO et al.,2017), se presenta un caso de uso real de Smartelo en un Aula de Señalamiento tipo. Además de una metodología para la ejecución de señalamientos forestales con Smartelo, en la anterior comunicación se presentan diferentes materiales pedagógicos y de apoyo diseñados para aprovechar al máximo el potencial que posee esta nueva herramienta para la gestión forestal sostenible.

6.Conclusiones

En este trabajo se ha presentado Smartelo, una aplicación informática Open-Access ideada para facilitar el cálculo, gestión y presentación de datos en actividades educativas, técnicas y de investigación para la gestión forestal sostenible. La idea de futuro para Smartelo se centra en su actualización continua en base a las demandas científicas y sociales del momento, de forma que se convierta en una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en gestión forestal sostenible.

Smartelo es un proyecto vivo que está en desarrollo permanente y esperamos que en breve tenga una evolución favorable en las siguientes líneas:

- Mejora en las funciones referentes a la evolución de la masa de las Aulas de Señalamiento mediante el ajuste de nuevos modelos y ecuaciones de crecimiento
- Mejora en la compatibilidad de Smartelo con otras aplicaciones y herramientas, entre las que destacan SIMANFOR (BRAVO et al.,2012) y Tree collect (BRAVO et al.,2017)
- Creación de nuevo material adicional para mejorar la experiencia de aprendizaje y trabajo con Smartelo PC y Smartelo Portable
- Estudio de viabilidad para la programación de Smartelo en nuevos formatos, plataformas y lenguajes de programación

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible inicialmente gracias al programa de becas UVA-INVESTIGA, el cual es promovido por el Consejo Social de la Universidad de Valladolid. El equipo de trabajo de Smartelo quiere valorar igualmente el gran trabajo realizado por el profesor Max Bruciamacchie (AgroTechParis – Nancy) en materia de Aulas de Señalamiento Forestal (marteloscopes) y el desarrollo de herramientas informáticas para la gestión forestal sostenible. De igual forma, nos gustaría agradecer la oportunidad de agradecer a Pablo Sabín y Jorge Olivar por apostar desde un principio en la introducción de Smartelo en el sector forestal nacional mediante el desarrollo de diferentes actividades científico-técnicas-formativas en el seno de la empresa Agresta Sociedad Cooperativa (<http://agresta.org>), favoreciendo de esta manera la transferencia y difusión de conocimiento en esta materia. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto SIMWOOD (Sustainable Innovative Mobilisation of Wood), EU FP7 Collaborative Project 2013-2017 Grant Agreement No. 613762).

8. Bibliografía

ALBERDI, I.; MICHALAK, R.; FISCHER, C.; GASPARINI, P.; BRÄNDLI, U.; TOMTER, S.M.; 2016. Towards harmonized assessment of european forest availability for wood supply in Europe. *Forest Policy and Economics*, 70, 20-29

BRAVO, F.; RODRIGUEZ, F.; ORDOÑEZ, C.; 2012. A web-based application to simulate alternatives for sustainable forest management: SIMANFOR. *Forest Systems* 21(1): 4-8

BRAVO, F.; GÓMEZ, R.; ORDÓÑEZ, Á. C.; SEVILLANO, J. L.; 2017. TreeCollect. Aplicación android para la toma de datos forestales integrables en SIMANFOR, 7º Congreso Forestal Español Plasencia (Cáceres, Extremadura), 26-30 Junio

BRUCIAMACCHIE, M.; PIERRAT J.C.; TOMASINI, J.; 2005. Modèles explicatif et marginal de la stratégie de martelage d'une parcelle irrégulière. – *Les Ulis : Annals of Forest Science* , vol. 62, n° 7, pp. 727-736

COSTANZA, R. ; D'ARGE, R. ; DE GROOT, R. ; FARBER, S. ; GRASSO, M. ; HANNON, B. ; LIMBURG, K. ; NAEEM, S. ; O'NEILL, R.V. ; PARUELO, R. ; RASKIN, R.G. ; SUTTON, R. ; VAN DEN BELT, M. ; 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260

COSTANZA, R. ; DE GROOT, R. ; SUTTON, P. ; VAN DER PLOEG, S. ; ANDERSON, S.J. ; KUBISZEWSKI, I. ; FARBER, S. ; TURNER, R.K. ; 2014. Changes in the global value of ecosystem services, *Global Environmental Change*, Volume 26, Pages 152-158, ISSN 0959-3780

DAILY, G.C. ; ALEXANDER, S. ; EHRLICH, P.R. ; GOULDER, L. ; LUBCHENCO, J. et al ; 1997. Ecosystem services : Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. *Issues in Ecology* 2 :1-18

DAUME, S., ALBERT, M.; VON GADOW, K.; 2014. Forest monitoring and social media – complementary data sources for ecosystem surveillance. *Forest Ecology and Management*, 316, 9-20

MACDICKEN, K.G.; SOLA, P.; HALL, J.E.; SABOGAL, C.; TADOUM, M.; DE WASSEIGE, C.; 2015. Global progress toward sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 352, 47-56

MARCOT, B.G.; THOMPSON, M.P.; RUNGE, M.C.; THOMPSON, F.R.; MCNULTY, S.; CLEAVES, D.; 2012. Recent advances in applying decision science to managing national forests. *Forest Ecology and Management*, 285, 123-132

RODRIGUEZ-DE-PRADO, D.; 2016. Smartelo: una herramienta para el cálculo, gestión y presentación de datos en Aulas de Señalamiento Forestal. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/19343>

RODRIGUEZ-DE-PRADO, D.; OLIVAR, J.; SABÍN, P.; BRAVO, F.; 2017. El señalamiento forestal con Smartelo, un caso práctico. 7º Congreso Forestal Español, Plasencia (Cáceres, Extremadura), 26-30 Junio